	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. (0341) 554 166 Malang-65145</p>	<p>KODE PJ-01</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA

NAMA : Wahyu Suwito
NIM : 0910630103 – 63
PROGRAM STUDI : Teknik Elektronika
JUDUL SKRIPSI : Pengaturan Posisi Piston Silinder Pneumatic Pada Lengan Robot KRAI

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Mochammad Rif'an, S.T., M.T.
NIP. 19710301 200012 1 001

Ponco Siwindarto, Ir., M.Eng.Sc.
NIP. 19590304 198903 1 001

Pengaturan Posisi Piston Silinder Pneumatic Pada Lengan Robot KRAI

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI

Pengaturan Posisi Piston Silinder Pneumatic Pada Lengan Robot KRAI

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI



Disusun Oleh :

WAHYU SUWITO

NIM. 0910630103 - 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014**

PENGATURAN POSISI *PISTON* SILINDER *PNEUMATIC* PADA LENGAN ROBOT KRAI

Wahyu Suwito¹, Mochammad Rif'an, ST., MT.², Ponco Siwindarto, Ir., M. Eng. Sc.³

¹Mahasiswa Teknik Elektro UB, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro UB

Wahyu_Suwito@yahoo.com

Abstrak- Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu kegiatan mahasiswa untuk berkompetisi dalam bidang robotika tingkat nasional yang diadakan secara teratur oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI). Tugas akhir ini merancang sistem pengaturan posisi *piston* silinder *pneumatic* pada lengan robot KRAI. Kelebihan lengan robot yang menggunakan sistem *pneumatic*, pergerakan lengan robot semakin cepat serta beban pada robot juga semakin ringan. *Piston* silinder *pneumatic* juga bisa diatur posisinya. Pada perancangan ini akan mengatur posisi *piston* dengan menggunakan katup on/off, dengan target kerja kontroler katub yang dibuat adalah dengan toleransi 3 mm dari posisi yang diinginkan. Penggunaan katup on/off ini karena harganya yang cukup murah bila dibandingkan dengan *regulator valve*, dan lebih menghemat biaya karena menggunakan katup on/off bekas dari pabrik yang memiliki harga cukup terjangkau yaitu Rp 250.000,00, bila dibandingkan dengan *regulator valve* yang memiliki harga berkisar Rp 3.500.000,00. Untuk dimensi dari valve on/off adalah 7cm x 1cm x 2cm sedangkan untuk dimensi *regulator valve* adalah 15cm x 10cm x 10cm. Dengan katup on/off ini, dapat dibuat sebuah sistem yang memiliki fungsi sama dengan *regulator valve*, alat ini dapat menghentikan pergerakan piston sesuai dengan jarak yang diinginkan.

Kata kunci : pengaturan *piston pneumatic*, katup on/off, KRAI.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu kegiatan mahasiswa untuk berkompetisi dalam bidang robotika tingkat nasional yang diadakan secara teratur oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI). Dalam Kontes Robot Indonesia (KRI) dibagi menjadi beberapa divisi yaitu

divisi Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI), Divisi Kontes Robot Pemadam Api (KRPAI), Divisi Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI), dan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Masing-masing divisi memiliki peraturan yang berbeda-beda. Untuk Divisi Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI) dan Divisi Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI) peraturan yang digunakan selalu berbeda-beda setiap tahunnya. Divisi Kontes Robot Seni Indonesia peraturan mengacu pada hasil rapat juri dari Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi karena pada Divisi (KRSI) kompetisi paling tinggi hanya pada tingkat Nasional, sedangkan Divisi Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) mengacu pada peraturan tuan rumah *ABU ROBOCON* diadakan. Untuk kompetisi Tahun 2013 *ABU ROBOCON* diadakan di Vietnam. Dengan aturan yang berbeda-beda semua robot memiliki tugas yang sama yaitu robot harus dapat berpindah tempat pada arena perlombaan yang cukup luas untuk memindahkan benda-benda yang telah ditentukan. Oleh karena itu, dibutuhkan robot yang bisa bergerak cepat dan efektif untuk menyelesaikan misi.

Salah satu solusi pergerakan lengan robot agar cepat dan efektif adalah menggunakan *pneumatic* sebagai penggerak lengannya. *Pneumatic* merupakan salah satu pengganti motor DC yang paling tepat karena *pneumatic* menggunakan udara sebagai penggerakannya, sehingga pergerakan *pneumatic* sangat cepat. Dalam skripsi ini akan dibahas Pengaturan Posisi Piston Silinder *Pneumatic* pada Lengan Robot Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam aplikasi silinder *pneumatic* yaitu kontrol posisi, dimana piston silinder *pneumatic* hanya bisa berhenti pada ujung-ujung silinder. Dengan silinder aksi ganda, di mana kedua ujungnya dihubungkan dengan sumber udara bertekanan, dan menyeimbangkan tekanan udara yang masuk pada kedua sisi silinder *pneumatic* jenis ini, maka piston bisa berhenti pada posisi yang diinginkan.

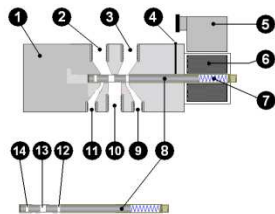
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Katup *pneumatic* (valve)

Katup *pneumatic* adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk mengaktifkan *relay* dan dapat diaktifkan menggunakan arus AC maupun DC. Katup *pneumatic* (valve) mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *Inlet Main*. Lubang *Inlet Main*, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara masuk, lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) dan lubang masukan (*Inlet Port*), berfungsi sebagai tempat tekanan angin keluar dan masuk yang dihubungkan dengan *pneumatic*, sedangkan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika katup *pneumatic* bekerja. Gambar 1 menunjukkan bentuk katup *pneumatic* (valve), sedangkan dalam Gambar 2 menunjukkan bagian-bagian katup *pneumatic* (valve).



Gambar 1 katup *pneumatic*



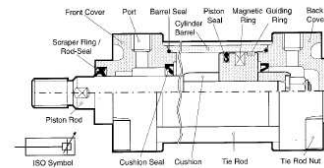
Gambar 2 bagian katup *pneumatic*
keterangan Gambar 2

1. Valve Body
2. Terminal masukan (*Inlet Port*)
3. Terminal keluaran (*outlet Port*)
4. Manual Plunger
5. Terminal slot power supply tegangan
6. Kumparan (koil)
7. Spring
8. Plunger
9. Lubang jebakan udara (*exhaust from Outlet Port*)
10. Lubang *Inlet Main*
11. Lubang jebakan udara (*axhaust from Inlet Port*)
12. Lubang plunger untuk *exhaust Outlet Port*
13. lubang plunger untuk *Inlet Main*
14. lubang plunger untuk *exhaust Inlet Port*

Prinsip kerja dari *valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak, dimana ketika koil mendapatkan suplay tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger*, pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *valve* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *suplay*. Pada umumnya *valve* mempunyai tegangan kerja 24 volt DC.

B. Silinder *Double Acting*

Silinder pneumatik atau sering juga disebut *air cylinder*, adalah peralatan mekanik yang memanfaatkan kekuatan dari udara bertekanan untuk menghasilkan gerakan maju mundur secara linier. Gaya dari udara bertekanan yang masuk menggerakkan *piston* dalam silinder sehingga *piston rod* atau yang biasa juga disebut *stroke*, akan ikut bergerak ke arah yang tekanan udaranya lebih rendah. *Piston rod* itulah yang dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Bagian-bagian silinder *double acting* terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3 Silinder Pneumatik

Sumber : Steffan./2001/5.2

Biasanya silinder pneumatik lebih banyak disukai penggunaannya karena lebih tidak berisik bila dibandingkan motor dan tidak membutuhkan ruang banyak untuk menyimpan udara.

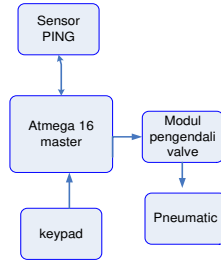
Karena fluida yang digunakan adalah udara, kebocoran pada silinder pneumatik tidak akan menetes dan mengkontaminasi lingkungan sekitar silinder, sehingga silinder pneumatik dapat digunakan pada ruangan yang harus bebas dari kontaminasi.

Silinder *double acting* adalah silinder pneumatik yang menggunakan tekanan udara untuk bergerak maju dan mundur (Croser, E., 2002). Berbeda dengan silinder *single acting* yang salah satu gerak maju atau mundurnya menggunakan pegas. Pada silinder *double acting* terdapat dua lubang tempat udara masuk, satu untuk maju dan satu untuk mundur. Panjang *stroke* yang digunakan bervariasi, tergantung dengan pemanfaatan silinder.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Sistem Keseluruhan

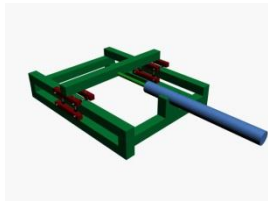
Prinsip kerja alat ini adalah yang pertama input jarak yang diinginkan dimasukkan melalui *keypad*, kemudian dikirim ke mikrokontroler ATmega16. Data dari mikrokontroler akan dikirim ke rangkaian optocoupler yang kemudian akan memicu modul pengendali valve. Diagram blok keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Gambar 4



Gambar 4 Diagram Blok Perancangan Perancangan Keras (*hardware*) Sistem Secara Keseluruhan

B. Perancangan Desain mekanik

Pada perancangan lengan robot ini dimensi yang digunakan adalah panjang 45 cm, lebar 20 cm, dan dengan tinggi 8 cm. Gambar 5 menunjukkan perspektif desain lengan robot KRI secara keseluruhan.

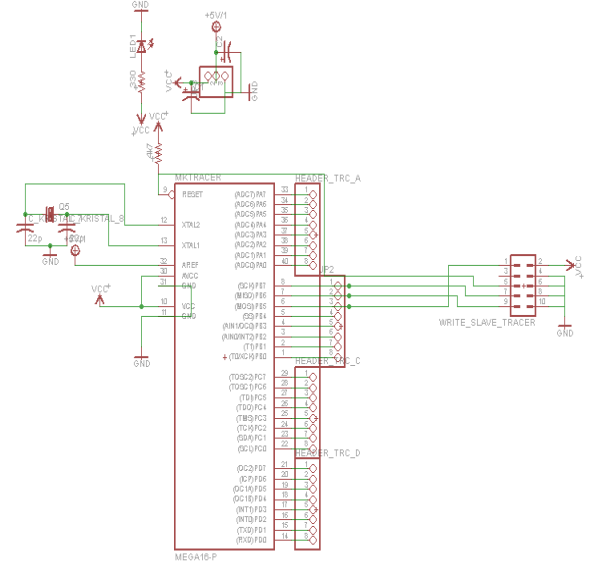


Gambar 4. Rancangan robot tampak perspektif

Bahan dasar pembuatan lengan robot ini adalah alumunium kotak berukuran 2,5 cm x 2,5 cm, dan alumunium dengan tebal 3 mm sebagai dudukan silinder *pneumatic*. Silinder *pneumatic* yang digunakan memiliki ukuran diameter 2 cm dan panjang 30 cm.

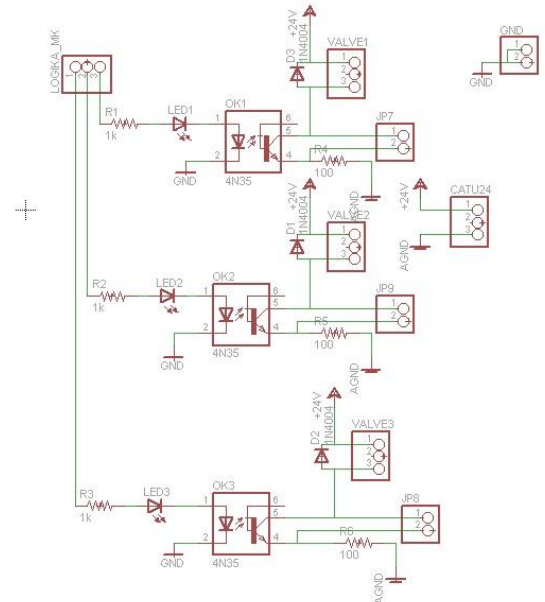
C. Perancangan Rangkaian Master dan Optocoupler

Rangkaian master digunakan untuk mengolah semua data. Pada rangkaian master alat ini menggunakan ATmega16. ATmega16 digunakan karena memiliki banyak port. Untuk Port A digunakan untuk keypad, Port B.1 untuk logika PING, Port C digunakan untuk LCD. Gambar 5 menunjukkan rangkaian master yang digunakan.



Gambar 5. Rangkaian Master

Rangkaian optocoupler berfungsi untuk menguatkan tegangan dari mikrokontroler ATmega16. Tegangan dari mikrokontroler sebesar 5v akan mengaktifkan LED dalam optocoupler akhirnya phototransistor terpicu sehingga arus dapat mengalir dan memicu koil pada valve untuk aktif. Gambar 6 menunjukkan rangkaian optocoupler.

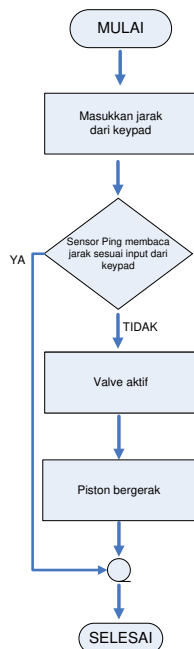


Gambar 6 rangkaian optocoupler

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan lengan robot ini menggunakan mikrokontroler Atmega16 sebagai masternya. Mikrokontroler ini mempunyai fungsi untuk mengolah data dari sensor ultrasonic PING dan jarak

yang terbaca sensor PING dijadikan input untuk mengaktifkan salah satu valve sehingga mendorong piston silinder *pneumatic* bergerak. Gambar 7 menunjukkan diagram alir program utama.



Gambar 7 Diagram Alir Program Utama

Pada awal program masukkan jarak yang diinginkan melalui keypad. Langkah selanjutnya sensor ultrasonic PING membandingkan jarak dari keypad dengan jarak yang terbaca. Jika tidak sama valve aktif sehingga piston silinder *pneumatic* bergerak sampai jarak yang terbaca pada sensor ultrasonic PING sama dengan jarak yang dimasukkan dari keypad, jika sudah sama antara jarak yang terbaca oleh sensor PING dengan jarak dari keypad valve off dan program selesai.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem, apakah sistem telah sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan per blok sistem kemudian secara keseluruhan.

A. Pengujian keypad 4x4 dan Modul LCD

Pengujian keypad 4x4 bertujuan untuk mengetahui apakah keypad (unit masukan) dan modul LCD (unit keluaran) dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Selain keypad 4x4 dan modul LCD karakter 16x2, dalam pengujian ini juga dibutuhkan rangkaian mikrokontroler (ATmega16) pemroses utama.

Melalui pengujian tampak bahwa pengkodean yang dilakukan mikrokontroler pemroses utama telah sesuai dengan perancangan. masing-masing tombol dapat dikodekan secara berbeda-beda. Sehingga ketika kita menekan tombol “CAN” pada modul LCD akan muncul “C” sedangkan jika tombol “8” ditekan pada modul LCD muncul “7”.

B. Pengujian Sensor Ultrasonic PING

Tujuan pengujian ini adalah mengetahui keakuratan sensor PING dalam membaca jarak. Hasil pengujian sensor PING tercantum dalam tabel 1

Tabel 1. Hasil Pengujian sensor PING

No.	Jarak Sebenarnya	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1	5 cm	5,1 cm	5,2 cm	4,9 cm
2	6 cm	6 cm	6,2 cm	6 cm
3	7 cm	7,2 cm	7,3 cm	7 cm
4	8 cm	8,1 cm	8 cm	8 cm
5	9 cm	9 cm	9,1 cm	9,3 cm
6	10 cm	10,3 cm	10,2 cm	9,8 cm
7	11 cm	11,2 cm	11,3 cm	11 cm
8	12 cm	12,3 cm	12,1 cm	12,1 cm
9	13 cm	13 cm	13,2 cm	13,2 cm
10	14 cm	14,2 cm	14 cm	14,2 cm
11	15 cm	15,2 cm	15,1 cm	15,1 cm
12	16 cm	16 cm	16 cm	16,2 cm
13	17 cm	17 cm	17 cm	17,2 cm
14	18 cm	17,9 cm	17,9 cm	18,1 cm
15	19 cm	19 cm	19,2 cm	19,2 cm
16	20 cm	19,9 cm	20,1 cm	20 cm
17	21 cm	20,8 cm	21,3 cm	21,1 cm
18	22 cm	22,3 cm	22,1 cm	22 cm
19	23 cm	23,2 cm	23 cm	23,1 cm
20	24 cm	23,8 cm	23,8 cm	24 cm
21	25 cm	24,8 cm	24,9 cm	25,2 cm
22	26 cm	25,9 cm	25,2 cm	26,1 cm
23	27 cm	27 cm	27 cm	27,2 cm
24	28 cm	27,8 cm	27,8 cm	28,1 cm
25	29 cm	28,9 cm	29,1 cm	29,3 cm

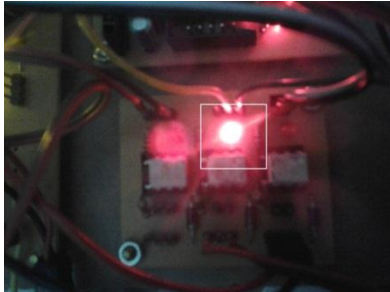
Kesalahan Terbesar = 0,3 cm

Berdasarkan data dari 3 kali pengujian, dapat diketahui nilai kesalahan terbesar sensor PING saat membaca jarak yakni 0,3 cm. Sehingga melalui pengujian tersebut dapat diketahui bahwa sensor *ultrasonic* PING memiliki akurasi dalam pembacaan jarak yang cukup baik.

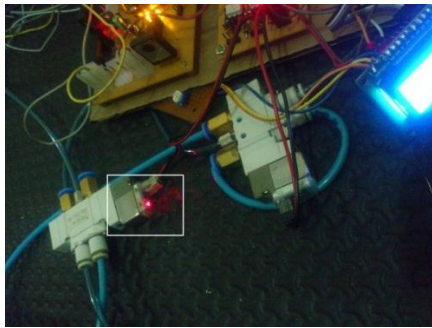
C. Pengujian Valve SY3120

Pengujian valve bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian relay pada valve berfungsi dengan baik. Rangkaian relay pada valve memicu plunger untuk bergerak, sehingga udara dapat keluar dan masuk melalui valve.

Pada rangkaian optocoupler indikator LED merah menyala ini menandakan bahwa mikrokontroler mengirimkan logika 1 sehingga valve aktif. Gambar 8 menunjukkan kondisi rangkaian optocoupler untuk memicu valve 1. Gambar 9 menunjukkan kondisi valve 1 on.



Gambar 8 kondisi rangkaian optocoupler.



Gambar 9 Kondisi valve 1 On.

D. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui akurasi sistem pengaturan piston silinder *pneumatic* dengan menggunakan 2 valve SY3120. Akurasi dinyatakan berdasarkan nilai kesalahan terbesar yang muncul dari seluruh hasil pengujian.

Pada pengujian ini penulis mengharapkan piston silinder *pneumatic* bergerak sepanjang jarak yang telah ditentukan. Pada pengujian keseluruhan alat ini dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan 5 jarak yang berbeda-beda yaitu 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Pada pengujian pertama dengan jarak 5 cm, saat nilai PING (31 cm) > nilai input (5 cm) maka piston akan bergerak ke depan karena pada valve 1 berlogika 1 dan valve 2 berlogika 0. Untuk pengujian selanjutnya yaitu jarak 10 cm, saat nilai PING (5 cm) < nilai input (10 cm) maka piston akan bergerak mundur karena pada valve 1 berlogika 0 dan valve 2 berlogika 1. Pengujian selanjutnya dengan jarak 15 cm, saat nilai PING (10 cm) < nilai input (15 cm) maka piston akan bergerak mundur. Pengujian ke-4 dengan jarak 20 cm, saat nilai PING (15 cm) < nilai input maka piston akan bergerak mundur. Pengujian terakhir dengan jarak 25 cm, saat nilai

PING (20 cm) < nilai input (25 cm) maka piston akan bergerak mundur. Table 2 menunjukkan data hasil pengujian alat. Nilai input dan nilai PING yang terlihat di LCD

Table 2 Data Hasil Pengujian

No.	Nilai Input	Nilai PING	Jarak Pergerakan Piston		
			Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1	5 cm	5 cm	26 cm	26 cm	26 cm
2	10 cm	10 cm	21 cm	21 cm	21 cm
3	15 cm	15 cm	16 cm	16 cm	16 cm
4	20 cm	20 cm	11 cm	11 cm	11 cm
5	25 cm	25 cm	6 cm	6 cm	6 cm

Dari data pengujian dapat terlihat sebanyak 3 kali pengujian dengan 5 jarak yang berbeda silinder *pneumatic* berhenti tepat sesuai dengan jarak yang telah diinginkan. Alat ini bila ditinjau dari hasil pengujian dapat dikatakan tingkat ketepatan sistem ini dalam mengatur silinder *pneumatic* dapat dikatakan cukup akurat.

Dalam pengujian ini juga dapat diperoleh waktu selama piston bergerak. Perhitungan waktu dimulai dari saat piston mulai bergerak sampai piston berhenti. Dalam tabel 3 merupakan hasil dari pengambilan data waktu selama piston bergerak.

Table 3 hasil pengujian waktu saat piston bergerak

No.	Jarak PING	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Waktu rata-rata
1	26 cm	4,75 sekon	5,07 sekon	4,78 sekon	4,86 sekon
2	21 cm	3,8 sekon	4,34 sekon	4,25 sekon	4,13 sekon
3	15 cm	3,4 sekon	3,53 sekon	3,25 sekon	3,39 sekon
4	20 cm	2,24 sekon	2,42 sekon	2,26 sekon	2,3 sekon
5	25 cm	1,48 sekon	1,58 sekon	1,5 sekon	1,52 sekon

Melihat hasil pengujian waktu saat piston bergerak menunjukkan respon piston lambat. Penyebab melambatnya respon piston saat bergerak maju adalah sirkulasi udara dalam valve kurang stabil, hal ini yang menyebabkan pergerakan piston

ke depan melambat. Pada pengujian 1 panjang piston yang diinginkan adalah 26 cm, untuk mencapai jarak 26 cm piston membutuhkan waktu rata-rata 4,86 dalam 3 kali pengujian. Pengujian 2 jarak piston yang diinginkan adalah 21 cm, waktu rata-rata yang dibutuhkan piston adalah 4,13. Dari hasil pengujian waktu yang dibutuhkan piston untuk bergerak cukup banyak yaitu hampir 5 sekon untuk jarak yang terjauh.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian setiap bagian sistem dan sistem secara keseluruhan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Modul *keypad* 4x4 dapat menjadi unit masukan sesuai dengan pengkodean yang diinginkan, dan modul LCD dapat menampilkan karakter yang telah dirancang.
- 2) Sensor *ultrasonic* PING memiliki keakuratan yang cukup baik dalam pembacaan jarak. Jarak yang terbaca pada sensor memang tidak sama persis dengan jarak sebenarnya, tetapi kesalahan pembacaan terbesar hanya 0,3 cm.
- 3) Valve on/off dapat digunakan untuk mengatur posisi piston silinder *pneumatic*, untuk mengatur posisi piston pada pengujian ini menggunakan 2 valve on/off.
- 4) Pergerakan piston mulai dari posisi awal sampai posisi piston berhenti membutuhkan waktu yang lama. Penyebab utama melambatnya respon piston adalah sirkulasi pada kedua valve kurang baik.

Daftar Pustaka

- [1] Atmel. 2008. ATMEGA16, 8-bit AVR with 32 Kbytes in System Programmable Flash. <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/default.aspx?tab=documents>, diakses tanggal 13 desember 2013
- [2] Bejo, A. 2008. *C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] P. Croser and F. Ebel. 2002. *Pneumatics Basic Level*. Festo Didactic GmbH.
- [4] Palinggi, Wido S. 2006. Kontrol posisi silinder linear pneumatik dengan katup on/off menggunakan kontroler Proportional Integral Derivative (PID). Universitas Kristen Petra.
- [5] SMC Corporation. 2012. *CM2 datasheet manual.pdf*
- [6] Hasse, Steffan. 2001. 99 Example Of Pneumatic Applications. Germany : Festo AG & Co.
- [7] Waller, D., Werner, H. 2002. *Pneumatics Workbooks Basic Level*. Festo Didactic GmbH & Co.
- [8] Zen, Mohammad Doniarsyah. 2013. Sistem Pengendali Posisi *Stamping Rod Silinder Pneumatic*. Malang. Skripsi Jurusan Teknik Elektro FT-UB.